

## ОБЩИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СТРУКТУРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИКЕ

**А. Г. Долганов,**

*доцент, канд. техн. наук*

*Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург*

**Аннотация.** На основе данных аналитического обзора мирового рынка робототехники определены общие предпосылки структурной идентификации систем управления. Исследование данного вопроса необходимо для построения модели системы управления роботом, отвечающей ожиданиям рынка в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** робот, робототехника, идентификация системы управления.

## GENERAL BACKGROUND FOR STRUCTURAL IDENTIFICATION OF CONTROL SYSTEMS IN ROBOTICS

**Abstract.** Based on the data obtained from the analytical review of the world robotics market, the general prerequisites for the structural identification of control systems are determined. The study of this issue is necessary to build a model of a robot control system that meets market expectations in the short and long term.

**Keywords:** robot, robotics, control system identification.

Идентификация в теории идентификации — это «определение параметров и структуры математической модели, обеспечивающих наилучшее совпадение выходных координат модели и объекта при одинаковых входных воздействиях» [1]. Целью идентификации является определение наиболее адекватной модели идентифицируемого объекта. В данном исследовании таким объектом является система управления роботом. Параметрические методы идентификации, когда априорно известны структура и класс моделей, получили большее развитие, чем структурные методы идентификации, применяемые при дефиците априорной информации. Поэтому в робототехнике **актуально** исследование в области структурной идентификации систем управления.

Цель исследования состоит в определении предпосылок структурной идентификации систем управления в робототехнике. Данные предпосылки формируются в процессе эволюции технологий и могут быть определены в общем виде при анализе тенденций, ожиданий рынка робототехники. Задачи исследования: 1) провести анализ тенденций, ожиданий рынка робототехники; 2) определить общие предпосылки структурной идентификации систем управления в робототехнике.

В качестве аналитических данных были использованы результаты маркетинговых исследований ПАО «Сбербанк» 2019 г. в области робо-

техники [2]. Методы исследования: анализ, синтез, агрегирование результатов маркетинговых оценок рынка робототехники. Практическая значимость исследования: повышение эффективности исследований в робототехнике за счет обоснования структурной идентификации и дальнейшей разработки структурных моделей систем управления роботами, адекватных ожиданиям рынка в краткосрочной и долгосрочной перспективе. В процессе исследования все предпосылки структурной идентификации систем управления в робототехнике были агрегированы в следующие группы:

1. Повышение автономности и подвижности роботов на основе использования: а) новых материалов (нитрида галлия, мягких кристаллов, графена); б) новых источников энергии (например, портативных водородных элементов питания); в) новых систем сбора, передачи электроэнергии (гнущихся полупрозрачных солнечных элементов; беспроводной, быстрой зарядки); г) манипуляционной робототехники с тактильной обратной связью, сложными траекториями движений; д) более совершенных движений роботов; е) сенсорики, органов восприятия окружающей действительности с высокой плотностью интеграции; ж) механизмов на новых принципах работы (бесколлекторных двигателей, волновых редукторов); з) сквозного проектирования роботов; и) производства элемен-

тов конструкции роботов из металлов, пластика с помощью качественной, экономичной 3D-печати.

2. Повышение обучаемости роботов на основе использования: а) робосимуляторов; б) обучения через повторение, демонстрацию; в) упрощенного программирования; г) автоматизации машинного обучения; д) искусственных нейронных сетей; е) обучения алгоритмическим процедурам; ж) облачных сервисов машинного обучения; з) самообучения за счет обмена информацией между роботами (в том числе через сеть интернета для роботов).

3. Повышение эффективности взаимодействия человек-робот в составе группы роботов и людей на основе использования: а) коллаборативных роботов; б) беспилотного трафика; в) группового управления, навигации; г) нейрокомпьютерных интерфейсов; д) когнитивных навыков роботов; е) обратной сенсорной связи при удаленном управлении; з) естественного языка; ж) распознавания эмоций, эмоционального взаимодействия роботов.

4. Усиление искусственного интеллекта (ИИ) роботов на основе использования: а) компьютерного зрения с детектированием, трекингом, сегментацией, оценкой глубины, генерацией, синтезом изображений; б) понимания, воссоздания естественного языка (например, в чат-ботах); в) распознавания, аналитики, генерации речи, звуков; г) принятия решений в навигации, обходе препятствий, автоматизации разработки моделей, планировании, целеполагании, рекомендательных системах; д) манипуляций с объектами на уровне умений человека; е) движений роботов в нестандартных условиях; на пересеченной, незнакомой местности; без предварительного составления карт; ж) взаимодействия с роботами при помощи речи, жестов; з) высококвалифицированных, профессиональных навыков роботов.

5. Повышение доверия к роботам на основе использования: а) экспертных систем, способных

объяснять свои решения; б) социального ИИ, способного понимать поведение, психоэмоциональное состояние человека, свое собственное поведение, его последствия; в) более точного определения понятия «робот»; г) правовой ответственности за вред, причиняемый роботами; д) права на интеллектуальную собственность робота; е) единых принципов регулирования робототехники (не причинение вреда человеку по инициативе роботов; робот как помощник, а не замена человека; контроль робота человеком; фиксирование, хранение информации роботом об условиях своего функционирования, совершаемых действиях; аварийное отключение робота; конструктивная безопасность робота; уважение человеческого достоинства); ж) прав, обязанностей роботов как искусственных продуктов; юридических, физических, электронных лиц; з) систем информационной безопасности с учетом проникновения роботов во все сферы жизнедеятельности, использования ими больших, персональных, конфиденциальных данных; и) оценки роботов как негуманного оружия в военных целях; к) этических законов робототехники (повиновение человеку, самосохранение робота); л) морального выбора роботом; м) профилактики социальных проблем замены людей роботами; расслоения людей на использующих — не использующих роботов; н) решений проблем рисков сильного ИИ (непредсказуемость решений, поведения роботов; случайное, целенаправленное уничтожение).

В результате исследования были выделены следующие общие предпосылки структурной идентификации систем управления в робототехнике: 1. Повышение автономности и подвижности роботов. 2. Повышение обучаемости роботов. 3. Повышение эффективности взаимодействия человек-робот. 4. Усиление ИИ роботов; 5. Повышение доверия к роботам.

#### Список литературы

1. Игнатъев А. А., Игнатъев С. А. Основы теории идентификации объектов управления : учеб. пособие. Саратов : Сарат. гос. техн. ун-т, 2008. 44 с.
2. Сбербанк. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019. URL: [http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank\\_robotics\\_review\\_2019\\_17.07.2019\\_m.pdf](http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf)